

**СВОДНАЯ МАГНИОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ПАЛЕОЗОЯ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ***Е. В. Колесов**Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан*

В работе впервые обобщены результаты многолетних (1976–2000 гг.) палеомагнитных исследований палеозойских образований, широко развитых на Северо-Востоке России. Большинство пород из изученных разрезов насыщено остатками различных организмов. Некоторые из этих разрезов являются региональными стратотипами и парастратотипами границ систем, отделов, ярусов, а также выделяемых здесь свит. Изучено свыше 100 обнажений из четырех субрегионов Северо-Востока (Омулевское и Приколымское поднятия, Олойская зона Алазейско-Олойской эвгеосинклинальной системы и северо-восточная окраина Омолонского массива). После лабораторных исследований только 33 обнажения оказались пригодны для магнитостратиграфических построений. На их основе созданы сводные магнитостратиграфические разрезы для каждого из вышеотмеченных субрегионов. Затем эти разрезы на основе биомагнитостратиграфических данных сопоставлены между собой, в результате чего построена сводная магнитостратиграфическая шкала палеозоя Северо-Востока России, в которой на фоне преимущественно обратной полярности установлено 18 прямополярных магнитозон. Магнитозоны прямой и обратной полярности расположены в конкретных биостратиграфических интервалах, что позволяет проводить их распознавание в других одновозрастных разрезах. Эта шкала сопоставлена с Общей стратиграфической шкалой (ОСШ), Общей магнитостратиграфической шкалой полярности (ОМШП) и шкалой изотопного возраста. На основе построенной шкалы можно проводить расчленение и корреляцию палеозойских образований на Северо-Востоке России, а также подобные процедуры с одновозрастными отложениями других регионов России и мира. Шкалу предлагается также использовать для определения возраста пород в тех разрезах, где палеонтологические характеристики недостаточно информативны для таких процедур. Одним из достоинств данной шкалы является возможность уточнения и дополнения ОМШП.

**Ключевые слова:** палеозой, магнитостратиграфия, магнитозоны, общая стратиграфическая шкала, общая магнитостратиграфическая шкала полярности, Северо-Восток России.

**ВВЕДЕНИЕ**

С середины прошлого века при решении многих задач геологии, в первую очередь в стратиграфии, наряду с традиционными геологическими методами стал привлекаться и палеомагнитный. В его основе лежит глобальный характер инверсий геомагнитного поля. Палеомагнитные зоны являются планетарными подразделениями и могут быть выделены везде, где присутствуют соответствующие отложения. Независимость магнитозон от генезиса пород и практическая изохронность их границ являются основным достоинством метода при корреляции отложений различного генезиса. Одной из основных проблем, возникающих при корреляции одновозрастных толщ, является идентификация палеомагнитных зон,

выделяемых в палеомагнитных разрезах, построенных по этим толщам. Наиболее реальный путь к решению указанной проблемы лежит в создании сводных магнитостратиграфических разрезов и шкал на основе комплексного (био- и магнитостратиграфического) изучения наиболее полных разрезов. В этом случае каждая палеомагнитная зона будет надёжно сопоставлена с биостратиграфической зональностью, а через неё и с Общей стратиграфической шкалой (ОСШ). До настоящего времени для территории северо-восточного региона России, несмотря на многолетние палеомагнитные исследования ряда палеомагнитологов, отсутствуют сводные региональные разрезы для палеозойского интервала ОСШ.

### ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье представлены данные по 33 обнажениям (из свыше 100 изученных), которые расположены в четырех субрегионах Северо-Востока России: на Омuleвском и Приколымском поднятиях, в Олойской зоне Алазейско-Олойской эвгеосинклинальной системы и на северо-восточной окраине Омолонского массива (рис. 1). Всего отобрано свыше 4000 ориентированных штуфов. Исследования проводились в тесном контакте с сотрудниками различных лабораторий СВКНИИ, а также другими научными и производственными организациями России и зарубежными специалистами. В работе использованы биостратиграфические данные, полученные биостратиграфами при изучении многих групп фауны (брахиоподы, конодонты, граптолиты, фораминиферы и др.) и фло-

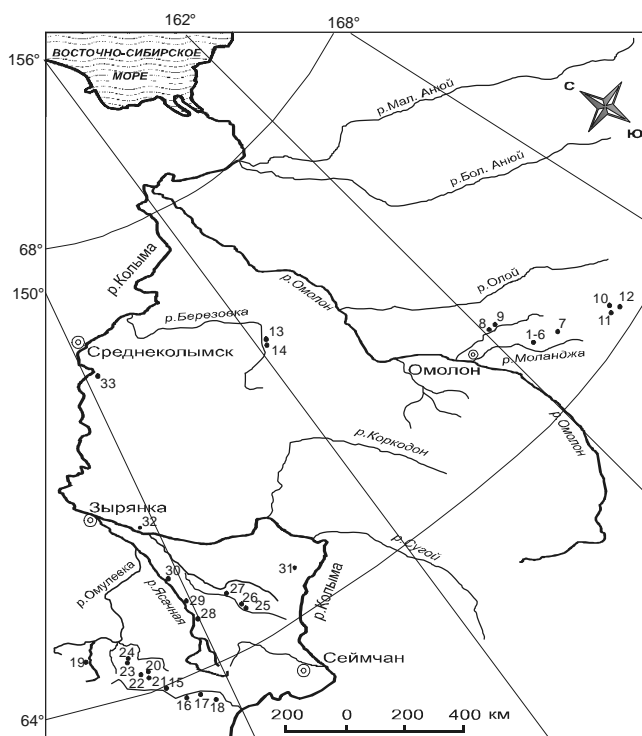


Рис. 1. Местоположение разрезов.

Северо-восточная часть Омолонского массива: 1–6 (Верхеналедный, Устьево́й, Энтведер, Одер, Скала, Нижнеаледный), 7 – Фердинанд, 8 – Базовый, 9 – Тринити, 10 – Седло, 11 – Гытгынылыгын, 12 – Талалах; Олойская зона: 13 – Верхний Туманнах, 14 – Нижний Туманнах; Омулевское поднятие: 15 – Разгуляй, 16 – Печальный, 17 – Батько, 18 – Нелюдимая, 19 – Урультун, 20 – Авр-Устье, 21 – Авр, 22 – Гротовый, 23 – Мирный-1, 24 – Мирный-2; Приколымское поднятие: 25 – Широкий, 26 – Валентин, 27 – Моховик, 28 – Туманы, 29 – Фран, 30 – Черный, 31 – Каменка, 32 – Известковый Карьер, 33 – Верхний Половинный Камень.

рических остатков. При всех равных условиях предпочтение чаще всего отдавалось конодонтам. Это было обусловлено тем, что, во-первых, данная группа фауны рассматривается для палеозоя в настоящее время как одна из ортохроностратиграфических. Во-вторых, почти все разрезы изучались совместно с М.Х. Гагиевым, известным специалистом по конодонтам, поэтому все палеомагнитные образцы имеют привязку к конодонтовым пробам и, соответственно, сопоставлены со стандартной конодонтовой шкалой, а через нее – с ОСШ. Для магнитостратиграфических построений пригодны лишь те палеомагнитные данные, в которых выделение первичной намагниченности обосновано независимыми палеомагнитными методами (тесты галек, обращения, складок, а также терморазмагничивание до блокирующих температур ферромагнитных минералов, сингенетичности времени образования породы). Такую апробацию прошли верхнедевонские эффузивы на Омолонском массиве [48], эффузивно-осадочные породы позднедевонского и позднекаменноугольно-раннепермского возраста на Приколымском поднятии [11, 12], палеозойские эффузивы и осадочные породы на Омuleвском поднятии [17]. На первых этапах работ предварительные полевые измерения магнитной восприимчивости ( $\chi$ ) пород проводились на серийном приборе ИМВ-2, чувствительность которого равна  $1 \times 10^{-6}$  ед. СГСМ. Затем для этих целей использовался более компактный прибор КТ-5 с такой же чувствительностью. В лабораторных условиях эта величина измерялась на приборе KLY-2 с чувствительностью  $1 \times 10^{-8}$  ед. СГСМ. Измерения величины и вектора естественной остаточной намагниченности (ЕОН) на первых этапах проводились при помощи модифицированного рок-генератора ИОН-1 с чувствительностью  $1 \times 10^{-7}$  ед. СГСМ. Позднее стал применяться спин-магнитометр JR-4 с той же чувствительностью, а дубли образцов из коллекции полевого сезона 1995 года (бассейн р. Таскан) и части коллекции с северо-восточной окраины Омолонского массива (коллекция полевых сезонов 1976–79 гг.) были измерены на более чувствительном (чувствительность  $1 \times 10^{-10}$  ед. СГСМ) двухосном криогенном магнитометре в Геофизическом институте университета Аляски (г. Фербенкс, США). Измерения на криогенном магнитометре и магнитная температурная чистка образцов проводились в “немагнитной” комнате. В ходе лабораторных исследований для выделения стабильной компоненты из суммарного вектора естественной остаточной намагниченности (ЕОН) в образцах применялись магнитные чистки: переменным магнитным полем ( $h$ -чистка) и температурой ( $t$ -чистка). Темпера-

турная чистка, которой было подвергнуто почти 100% всей коллекции, проводилась на терморазмагничивающей установке конструкции Г.Г. Стадниченко до температур 400–600°C с шагом 50–100°C. Коллекции из обнажений по р. Таскан и обн. Скала размагничивались до полной потери намагниченности (температуры 600–700°C) с шагом 10–25°C на терморазмагничивающей установке в г. Фербенкс (Аляска, США). Для контроля за изменениями магнитных свойств в ферромагнитных минералах после каждого прогрева в образцах измерялась величина  $\chi$ . Разрушение нестабильной компоненты вектора  $In$  в породах наблюдалось при температурах 100–300°C, а выделение древней стабильной намагниченности происходило при температурах 400–600°C. Обоснование стабильности и возможной первичности выделенных направлений векторов  $In$  подтверждается положительными результатами полевых и лабораторных палеомагнитных тестов. Магнитная чистка переменным магнитным полем ( $h$ -чистка) проведена для 80% коллекции. Работа проводилась на размагничивающей установке стандартной конструкции [38], где исследуемый образец вращался в двух взаимно перпендикулярных плоскостях внутри колец Гельмгольца. Использовалась также модификация  $h$ -чистки, когда образец помещался на неподвижную площадку в центре колец Гельмгольца и, перед каждым воздействием на него переменного поля, поворачивался по трём взаимно перпендикулярным направлениям, то есть размагничивание проводилось по трём осям. Этот вид чистки проводился до 40–60 мТ (мТ – миллитесла) с шагом 2,5–5 мТ для контрольных коллекций и с шагом 10–20 мТ для основной части образцов. Для исследованных отложений область разрушения нестабильной компоненты вектора  $In$  чаще всего располагалась в интервале 10–20 мТ. Иногда применялся комбинированный вид магнитной чистки, который заключался в том, что сначала на исследуемый образец воздействовали температурой (до 300–350°C), а затем применялась  $h$ -чистка (до 30–40 мТ). Этот вид чистки использовался в породах, где, при помощи минералого-петрографических исследований и терромагнитного анализа (ТМА), было установлено наличие сульфидов железа, которые, как правило, являются вторичными минеральными образованиями в палеозойских отложениях северо-восточного региона. Сравнивая результаты  $h$ - и  $t$ -чисток, следует отметить, что эффективность их не всегда одинакова. Термочистка оказалась особенно благоприятной для эффузивных и эффузивно-осадочных пород, так как намагниченность в них имеет преимущественно термоостаточную природу. Такая намаг-

ниченность легче разрушается температурой, чем магнитным полем. В осадочных породах, где присутствовала парциальная термоостаточная намагниченность, связанная с наложенными прогревами, термочистка, по сравнению с  $h$ -чисткой, позволила полнее и надёжнее выделить первичную намагниченность. В тех же породах, где прогревов не наблюдалось или они были минимальными,  $h$ -чистка оказалась также результативна, как и термочистка. Для определения минералов-носителей намагниченности в исследуемых отложениях использованы результаты минералого-петрографических анализов, выполненных специалистами-геологами по коллекциям автора, а также при проведении тематических исследований палеозойских отложений на Северо-Востоке России. Кроме этого, в лаборатории палеомагнетизма СВКНИИ проведен терромагнитный анализ (ТМА) по образцам из всех разновидностей пород. Для интерпретации направлений векторов естественной остаточной намагниченности (ЕОН) и выделения из суммарного вектора его полезных компонент применён полный компонентный анализ по методике Дж. Кишвинка [47]. Анализ позволил выделить в исследованных породах стабильную компоненту вектора ЕОН и, в некоторых случаях (при положительных результатах палеомагнитных тестов), доказать её первичность. По этой компоненте построены частные палеомагнитные разрезы, в которых выделены зоны прямой, обратной и знакопеременной полярности.

Выбор значений древнего магнитного склонения ( $D_{op}$ ) и наклона ( $I_{op}$ ) для конкретных магнитозон, выделенных в палеозойских породах Северо-Востока России, базируется на следующих данных. Во-первых, по литературным источникам эта территория в палеозое располагалась в северном полушарии [15, 37, 40 и др.]. Следовательно, для зон прямой полярности будут характерны значения ( $I_{op}$ ) с положительным знаком, а для обратнополярных зон – с отрицательным. Во-вторых, в исследуемых породах выделены группы диаметрально противоположных направлений векторов ЕОН. Среднее направление оси стабильной намагниченности векторов ЕОН, определённое методом обращения, равно 260–290° (80–110°) [11, 12, 17, 48 и др.]. На основании изложенного сделан вывод, что для прямополярных зон характерны значения  $D_{op}$ , расположенные в восточных румбах, а для зон с обратной полярностью – в западных румбах.

Возможность применения результатов палеомагнитного изучения палеозойских образований Северо-Востока России для целей магнитостратиграфии обоснована следующим.

1. Позднемезозойская тектономагматическая деятельность на Северо-Востоке России отразилась в породах региона в виде стабильной вторичной намагниченности, которая завуалировала первичную намагниченность более древних пород. По литературным данным известно, что для мезозоя характерно геомагнитное поле преимущественно прямой полярности, тогда как в палеозое отмечен режим поля преимущественно обратной полярности [24, 25 и др.]. В случае полного перемагничивания палеозойских образований наложенным позднемезозойским геомагнитным полем прямой полярности, в палеозойских породах следовало бы наблюдать преимущественно прямую полярность, чего в действительности не фиксируется, так как для палеозоя характерно закономерное чередование прямо- и обратнополярных зон с некоторым преобладанием последних [41 и др.]. Такое чередование магнитозон отмечено и в палеозойских образованиях северо-восточного региона [11, 12, 17, 48 и др.]. Эти магнитозоны выделены после комплекса лабораторных исследований, позволивших выделить стабильную доскладчатую компоненту ЕОН. В пользу последнего говорит и тот факт, что палеошироты, рассчитанные по фанерозойским породам региона, закономерно изменяются от древних отложений к более молодым [13 и др.]. Отсюда следует вывод, что изученные палеозойские образования Северо-Востока России являются магнитостабильными и пригодными для магнитостратиграфических построений.

2. Изложенное в п. 1 подтверждается данными магнитных чисток, результатами компонентного анализа, ТМА и минералого-петрографических анализов, которые свидетельствуют, что выделенные направления векторов ЕОН не зависят от состава ферромагнитных минералов в изученных породах, а также от литогенетических особенностей пород. Границы зон прямой и обратной полярности, как правило, не совпадают с литологическими границами в изученных разрезах.

3. Для определения среднего направления оси первичной намагниченности, наравне с другими палеомагнитными тестами, применялся тест обращения. Достоинство теста заключается в том, что при его использовании не нужны сведения о направлении вектора вторичной намагниченности, поэтому он широко применялся при анализе данных по югу Сибирской платформы [23]. Тест использовался автором при анализе палеомагнитных направлений в палеозойских породах северо-восточного региона, где направление вторичной намагниченности не всегда было точно известно. Тест показал, что средние на-

правления осей первичной намагниченности близки к средним значениям древнего магнитного склонения и наклона, выделенным при магнитных чистках.

4. Магнитозоны, установленные в частных разрезах субрегионов Северо-Востока, сопоставляются как внутри этих субрегионов, так и между ними. В сводной магнитостратиграфической шкале палеозоя северо-восточного региона магнитозоны сопоставлены с аналогичными магнитозонами, выделенными автором и другими независимыми исследователями в одновозрастных отложениях регионов, значительно удалённых от Северо-Востока России. Точность такой корреляции подтверждается данными по многим группам фауны.

На завершающем этапе, после отбраковки непригодных коллекций, для построения частных палеомагнитных разрезов использованы данные только по 33 обнажениям. Эти разрезы сопоставлены между собой на основе биомагнитостратиграфических данных и представлены в виде сводных магнитостратиграфических разрезов по конкретным субрегионам. Затем эти сводные разрезы по биостратиграфическим и палеомагнитным данным сопоставлялись между собой, а также с ОСШ и шкалой изотопного времени [45].

#### **СВОДНАЯ МАГНИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ПАЛЕОЗОЯ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

К настоящему времени в отечественной и зарубежной литературе накоплен огромный фактический материал по магнитостратиграфии фанерозойских отложений. На его основе, а также нескольких обобщающих работ по магнитостратиграфии фанерозоя [18, 23, 39 и др.], предложен вариант сводной магнитостратиграфической шкалы фанерозоя для территории бывшего Советского Союза [24]. Эта шкала, помимо магнитозон прямой и обратной полярности, содержит более крупные магнитостратиграфические подразделения (гипер- и суперзоны), сопоставленные с подразделениями ОСШ и шкалой изотопного возраста. Один из последних вариантов сводной магнитостратиграфической шкалы фанерозоя опубликован в Дополнениях к Стратиграфическому кодексу России [41], где её предложено называть Общей магнитостратиграфической шкалой полярности (ОМШП). В палеозойском фрагменте этой шкалы также выделены гипер- и суперзоны, но с некоторой корректировкой их границ и вновь установленными магнитозонами в связи с появившимися новыми палеомагнитными данными. ОМШП создана путём корреляции региональных магнитостратиграфичес-

ких схем для палеозойских отложений территории России, а также с использованием некоторых зарубежных обобщающих публикаций по магнитостратиграфии палеозоя, две из которых являются наиболее значимыми [50, 51].

До настоящего времени для территории северо-восточного региона России, несмотря на многолетние магнитостратиграфические исследования ряда палеомагнитологов, отсутствуют сводные региональные разрезы для палеозойского интервала ОСШ. В качестве одного из таких региональных разрезов предлагается сводный магнитостратиграфический разрез палеозоя Северо-Востока России (рис. 2). На этом рисунке отображены сводный и частные разрезы с учётом стратиграфического (временного) объёма изученных свит, а не в соответствии с мощностями слагающих их пород. В основу создания сводного разреза, а затем и шкалы, положено сопоставление магнитозон со стандартными биоэонами, которые выделены в тех же обнажениях. При таком подходе каждая магнитозона получает надежное биостратиграфическое обоснование и своё возрастное положение на ОСШ. Сводный разрез создавался по стратиграфическому принципу – путем последовательного палеомагнитного изучения наиболее полных разрезов. Как правило, это были опорные и стратотипические разрезы свит, границ ярусов и систем. Полученный сводный палеомагнитный разрез сопоставлен с ОСШ, ОМШП и со шкалой изотопного возраста на основе биостратиграфических данных, и в первую очередь – конодонтовой зональности. В результате была создана сводная магнитостратиграфическая шкала палеозоя, на основе которой можно проводить расчленение и корреляцию палеозойских образований на Северо-Востоке России и с одновозрастными отложениями других регионов. При создании шкалы автор придерживался правил и рекомендаций, изложенных в многочисленных публикациях [19, 20, 24, 33 и др.].

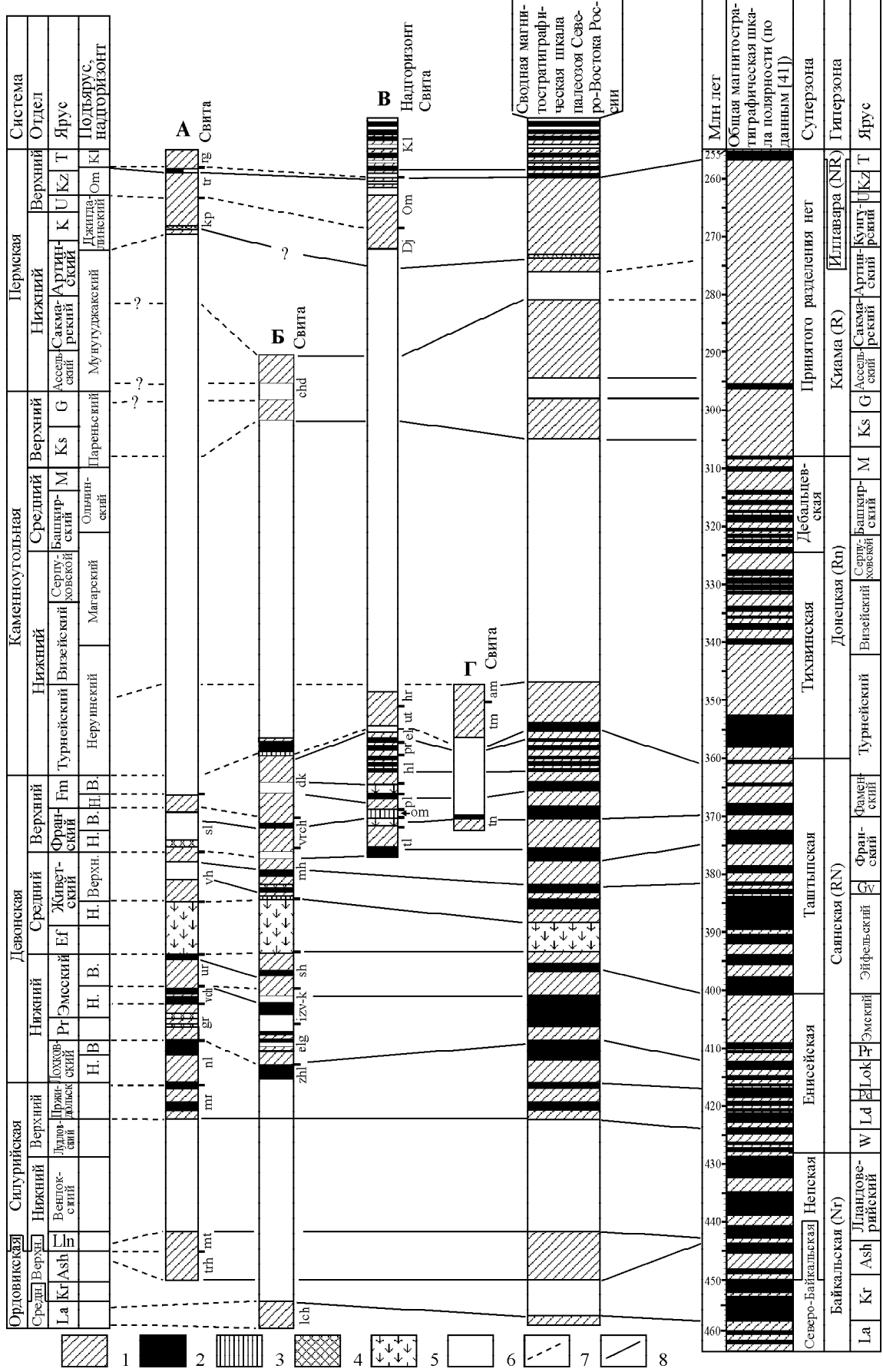
Нижняя часть сводной шкалы (ордовик, силур) изучена фрагментарно. Можно лишь говорить, что в среднеордовикское (лландейлский век), позднеордовикское (поздняя фаза ашгиллского века) и в раннесилурийское (ранняя фаза лландоверийского века) время геомагнитное поле имело обратную полярность. Не охарактеризованным оказался эйфельско-раннеживетский интервал сводной шкалы. Это объясняется тем, что на Омулёвском и Приколымском поднятиях на данный интервал приходится региональный перерыв в осадконакоплении [4, 5]. В Олойской зоне отложения допозднеживетского возраста пока не установлены [5]. На Омолонском мас-

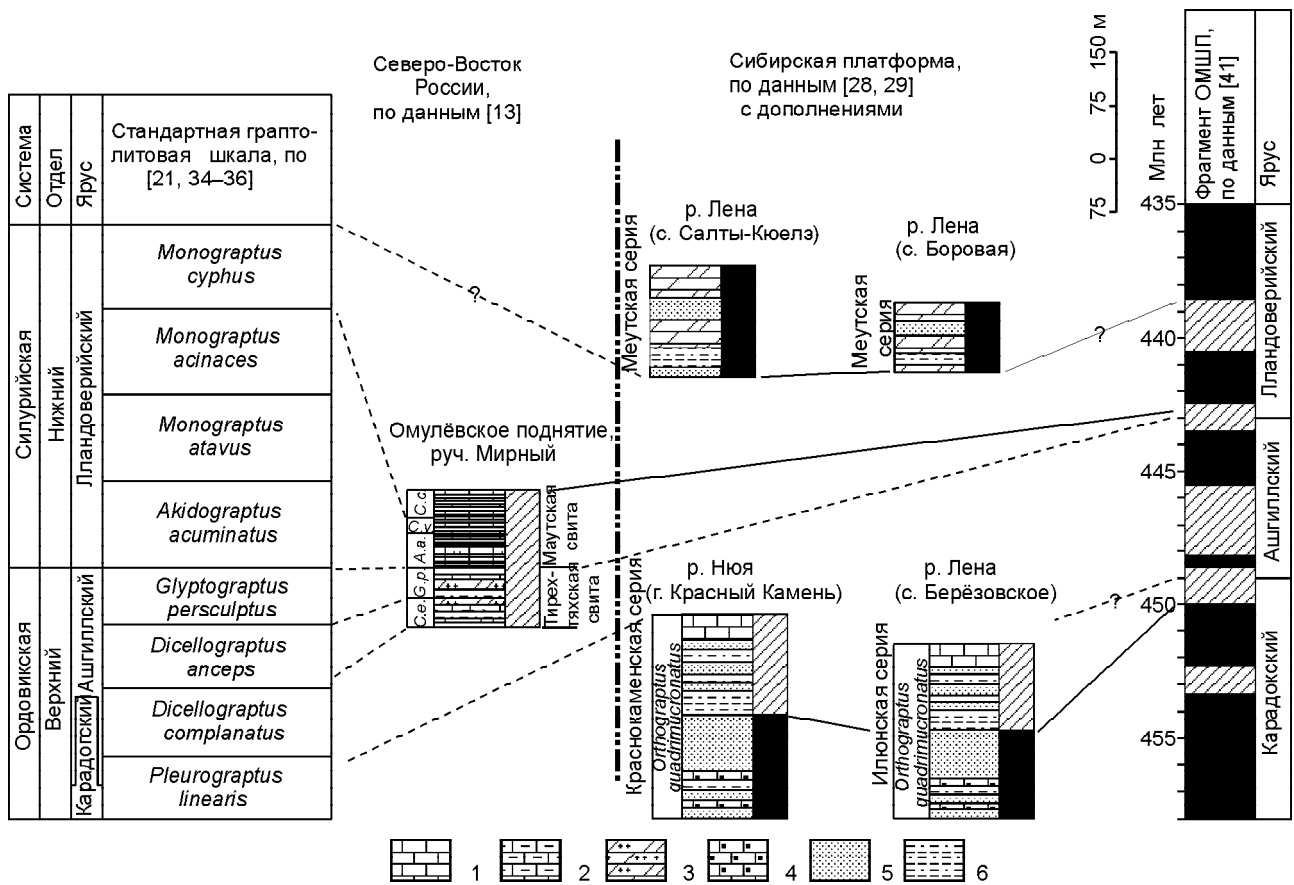
сиве этому интервалу примерно соответствуют вулканогенно-осадочные образования, выделяемые под названием кедонской серии (или её аналогов, многочисленных свит, выделяемых в некоторых структурно-фациальных зонах этого субрегиона) [4, 5, 31]. Наиболее детально изучена среднепалеозойская часть шкалы. В этом интервале выделен ряд прямо намагниченных, аномальных и знакопеременных магнитозон. Почти все магнитозоны имеют свои аналоги в параллельных разрезах и расположены в конкретных биостратиграфических интервалах, обоснованных многочисленными группами фауны. Наибольший интерес, с точки зрения стратиграфии, представляют магнитозоны, выделенные на границе (или непосредственно рядом с границей) систем и ярусов. В этом отношении рассмотрено несколько интервалов на сводной шкале.

#### ***Граница ордовикской и силурийской систем.***

Магнитозона обратной полярности, установленная в пограничных отложениях ордовика и силура на Омулёвском поднятии сопоставлена с аналогичной зоной обратной полярности на ОМШП. Составители ОМШП [41] не указывают в цитируемой литературе конкретные разрезы, на основе которых построена эта шкала, а отмечают только регионы (Урал, Южный Тянь-Шань и Сибирская платформа), где создавались сводные палеомагнитные разрезы для нижнего и среднего палеозоя. По этой причине невозможно определить, в каких разрезах выделена магнитозона обратной полярности на границе ордовикской и силурийской систем, и в каком биостратиграфическом интервале она расположена. Поэтому пришлось проанализировать все имеющиеся в распоряжении автора опубликованные стратиграфические и палеомагнитные материалы по магнитостратиграфии ордовика и силура из всех вышеотмеченных регионов.

На Сибирской платформе изучены разрезы позднеордовикского возраста по р. Нюя (левый приток р. Лены) и около с. Берёзовское (среднее течение р. Лены) [28, 29] (рис. 3). В этих разрезах магнитозона обратной полярности охватывает интервал верхней части долборского и, возможно, низы перекрывающего его кетского горизонтов верхнего ордовика, которые представляют верхи краснокаменной (Нюйский район) или илюнской (Берёзовский район) серий Нюйско-Берёзовского стратиграфического района [34, 36]. По мнению В.П. Родионова и Э.П. Сидоровой [28], не исключена возможность некоторого несовпадения границы этой магнитозоны обратной полярности и выше расположенной прямонамагниченной магнитозоны, выделенной в разрезах (лландоверийский ярус нижнего силура), со стратиграфии-





**Рис. 3.** Корреляция магнитостратиграфических разрезов пограничных отложений ордовика и силура Омутёвского поднятия (Северо-Восток России) и среднего течения р. Лены (Сибирская платформа).

1 – известняки, 2 – глинистые известняки, 3 – доломиты, 4 – мергели, 5 – песчаники, 6 – алевролиты, аргиллиты. Сокращенные латинские обозначения местных граптолитовых зон (по данным [27, 30]) в разрезе по руч. Мирному: C.e. – *Climacograptus extraordinarius*, G.p. – *Glyptograptus persculptus*, A.a. – *Akidograptus acuminatus*, C.v. – *Cystograptus vesiculosus*, C.c. – *Coronograptus cyphus*. Остальные условные обозначения см. на рис. 2.

**Рис. 2.** Сводная магнитостратиграфическая шкала палеозоя Северо-Востока России.

Магнитозоны: 1 – обратной полярности, 2 – прямой полярности, 3 – знакопеременной полярности, 4 – аномальной полярности; 5 – перерывы в осадконакоплении, 6 – неизученные части разреза, 7 – линии биостратиграфической корреляции, 8 – линии палеомагнитной корреляции. Сокращённые латинские обозначения ярусов: La – лландейловский, Kt – карадокский, Ash – ашгиллский, Lln – лландоверийский, W – венлокский, Ld – лудловский, Pd – пржидольский, Lok – лохковский, Pr – пражский, Ef – эйфельский, Gv – живетский, Fm – фаменский, M – московский, Ks – касимовский, G – гжельский, K – кунгурский, U – уфимский, Kz – казанский, T – татарский. **А – сводный разрез палеозоя южной части Омутёвского поднятия.** Свиты: trh – тирехтяхская, mt – маутская, mr – мирнинская, nl – нелюдимская, gr – гротовская, vch – вечернинская, ur – урультунская, vh – вояхская, sl – салажская, kr – кипрейская, tr – туринская, rg – рогачёвская. **Б – сводный разрез палеозоя Приколымского поднятия.** Свиты: lch – лачугская, zhl – железнинская, elg – эльгенёвская, izv-k – известковокарьерская, sh – сахинская, mh – моховинская, vgrch – ворчунская, dk – дуксундинская, chd – чахаданская. **В – сводный разрез среднего и верхнего палеозоя Омолонского массива** (верхнепалеозойский фрагмент разреза дан по [16]). Свиты и надгоризонты: tl – талалахская, om – омучанская, pl – пылькатвеевская, hl – хелонская, pr – перевальнинская, el – элергетхынская, ut – уттыкелийская, hr – хурэнджинская, Dj – джигдалинский, Om – омолонский, Kl – колымский. **Г – сводный разрез верхнего девона и нижнего карбона Олойской зоны Алазейско-Олойской эвгеосинклинальной системы.** Свиты: tn – тынытынджинская, tm – туманнахская, am – амкотынджинская.

ческой границей ордовика и силура. Это связано с тем, что несколько метров разреза на границе этих систем в данных обнажениях не представлены. Возможным объяснением такого расположения зон обратной и прямой полярности вблизи границы систем мог бы быть региональный перерыв в осадконакоплении, на который указывают некоторые авторы [34, 35]. По последним геологическим и биостратиграфическим данным [36] на р. Нюя (Нюйско-Березовский стратиграфический район) в стратотипическом обнажении стандартного сводного разреза силура, которое не было изучено в палеомагнитном отношении, ни о каком явном перерыве на границе ордовика и силура не упоминается. На наш взгляд, схема корреляции магнитостратиграфических разрезов верхнеордовикских и нижнесилурийских отложений этого района Сибирской платформы и разреза пограничных отложений ордовика и силура Омлёвского поднятия выглядит следующим образом (рис. 3). Разрезы на р. Нюя и около с. Берёзовское относятся к долборскому горизонту (верхняя часть карадокского – низы ашгиллского ярусов) [21]. По комплексу ископаемой фауны, выделенной в этих отложениях, горизонт сопоставляется с местной граптолитовой зоной *Orthograptus quadrimicronatus*, которая, в свою очередь, соответствует верхнеордовикской зоне *Pleurograptus linearis* стандартной европейской (британской) граптолитовой шкалы [35]. Магнитостратиграфический разрез по руч. Мирному на Омлёвском поднятии охватывает интервал геохронологической шкалы от верхней части ашгиллского яруса (верхний ордовик) до нижнелландоверийского подъяруса (нижний силур), включительно. Этот интервал соответствует последовательности граптолитовых зон *extraordinarius* – *cyphus* [14 и др.]. Определённые трудности возникли при сопоставлении нижнесилурийских разрезов вблизи сел Салты-Кюелз и Боровая. Краткий список фауны, которая была обнаружена Н.А. Флёровой и приведена в работе В.П. Родионова и Э.П. Сидоровой [28], характеризует лландоверийский возраст этих отложений, но не позволяет конкретно определить, какую именно часть лландоверийского яруса они охватывают. Но так как верхняя часть разреза по руч. Мирному (магнитозона обратной полярности) охватывает почти весь нижний лландоверийский, а разрезы Салты-Кюелз и Боровая характеризуются прямой полярностью, то автор делает вывод, что последние имеют возраст не древнее раннелландоверийского и могут относиться к верхней части выделяемой здесь меутской серии лландоверийского возраста [36]. При такой трактовке имеющихся палеомагнитных и биостратиграфических

данных следует, что магнитозона обратной полярности, выделенная в верхнем ордовике на Сибирской платформе, расположена ниже обратнополярной зоны в разрезе Мирный-1 и не может являться аналогом данной зоны. Подтверждением этого служат две зоны прямой и одна обратной полярности, отмеченные на ОМШП в интервале ашгиллского яруса и расположенные между анализируемыми магнитозонами обратной полярности (рис. 3).

На Полярном Урале изучены отложения ордовика и силура в обнажении, расположенном на руч. Изья-Вож (бассейн р. Уса) [7]. Автор этой статьи отмечает, что здесь установлены переходные отложения ордовика (зона обратной полярности) и силура (зона прямой полярности), которые имеют фаунистическое обоснование, однако список фауны и фамилия автора определения не приведены. Аналогичная ситуация наблюдается при рассмотрении результатов палеомагнитных исследований нижнепалеозойских отложений на Южном Тянь-Шане (Китабский заповедник) [42]. Этот автор также отмечает в прикровельной части ордовикских отложений зону обратной полярности, но её стратиграфическое положение в кровле ордовика не вполне ясно, так как отсутствует фаунистическое обоснование. Автор этой публикации лишь констатирует, что изученные отложения по комплексу фауны имеют надёжную возрастную привязку. Резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы.

1. Магнитозона отрицательной полярности на ОМШП, отмеченная на границе ордовикской и силурийской систем, *не может быть* аналогом такой же зоны ни в одном из трёх вышеперечисленных регионов. На Сибирской платформе это подтверждается всем комплексом геологических, биостратиграфических и палеомагнитных данных. На Полярном Урале и Южном Тянь-Шане, по результатам вышеописанных палеомагнитных исследований, в изученных разрезах отсутствует биостратиграфическое обоснование зоны обратной полярности, выделенной в кровле ордовикской системы. Поэтому считать данную зону аналогом вышеотмеченной зоны на ОМШП пока нет никаких оснований.

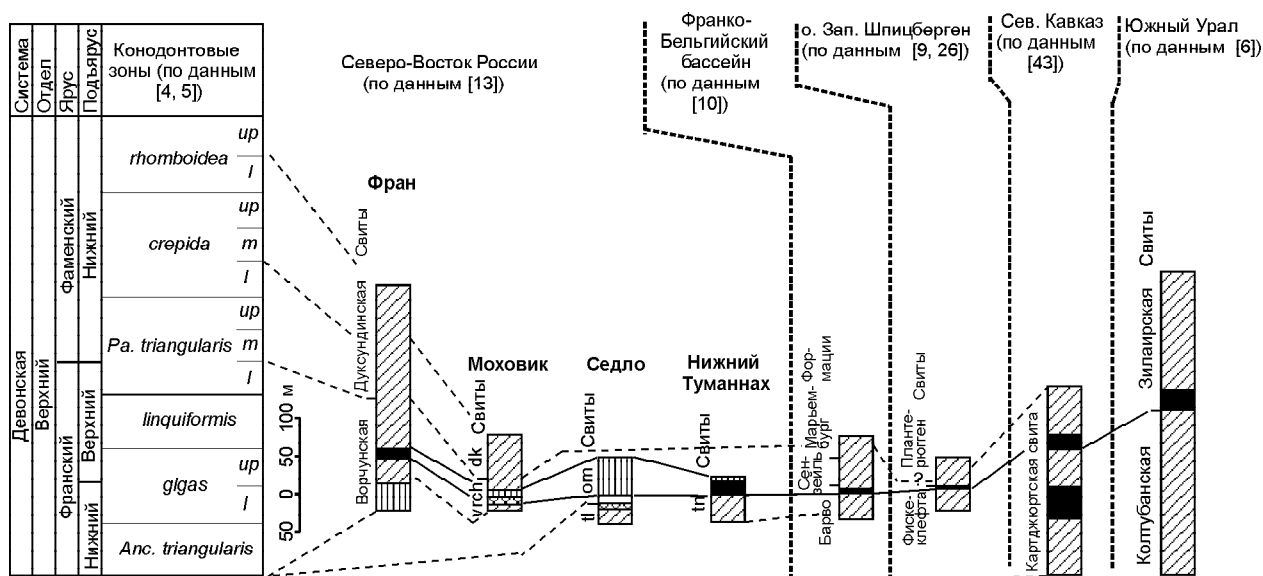
2. Магнитозона обратной полярности, выделенная в фаунистически охарактеризованных пограничных отложениях ордовикской и силурийской систем в обн. Мирный-1 (Северо-Восток России), свидетельствует о наличии геомагнитного поля обратной полярности в переходное от ордовика к силуру время и подтверждает присутствие такой же зоны на ОМШП, но в несколько большем объёме (рис. 3).



**Граница силурийской и девонской систем.** В отложениях пржидольского яруса силура на Омулёвском поднятии отмечены две магнитозоны прямой полярности, верхняя из которых расположена на границе силура и девона и прослежена в трёх разрезах. Эта магнитозона зафиксирована в интервале границы конодонтовых зон *eosteinhornensis* и *remsheldensis*. Основание последней биозоны предложено в качестве уровня при проведении границы силура и девона на Северо-Востоке России [3]. Такое стратиграфическое положение зоны прямой полярности позволяет использовать ее как палеомагнитный репер при внутрирегиональной корреляции разрезов. Её аналогом является прямополярная зона, отмеченная в верхней части Сабарской N-магнитозоны в палеомагнитном разрезе на Среднем Урале вблизи г. Михайловска [6]. Данная зона выделена на границе пржидольского яруса верхнего силура (демидские слои) и нижнего девона. Возраст демидских слоёв, вмещающих эту магнитозону, определён как пржидольский на основании многочисленных находок фауны [1].

**Граница франского и фаменского ярусов.** На Приколымском поднятии (обн. Фран) в этом интервале разреза установлена магнитозона прямой полярности, которая важна в корреляционном отношении, так как расположена в непосредственной близости от границы франского и фаменского ярусов (рис. 4). Эта магнитозона ранее была выделена условно [2]. Позд-

нее этот интервал разреза был дополнительно изучен, в результате чего магнитозона получила свое подтверждение [11]. Параллельно изучены породы в обн. Моховик (30 км к востоку от обн. Фран), где в интервале верхней части конодонтовой зоны *gigas* зафиксированы зоны знакопеременной и аномальной полярности, которые являются аналогом зоны прямой полярности в обн. Фран. На Омолонском массиве (обн. Седло) данной магнитозоне соответствует интервал знакопеременной полярности, установленный в омучанской свите позднефранско-раннефаменского возраста. В обн. Нижний Туманнах (Олойская складчатая зона) в интервале конодонтовой зоны *linquiformis* выделена зона прямой полярности, которая соответствует анализируемой магнитозоне. Магнитозона прямой полярности на границе франка и фамена неоднократно фиксировалась многими исследователями в разрезах, отстоящих друг от друга на сотни и тысячи километров и представленных как морскими, так и континентальными отложениями. В разрезе на Южном Урале с данной магнитозоной сопоставлена магнитозона прямой полярности в основании зилаирской свиты [6] (рис. 4). Точное возрастное положение магнитозоны неясно из-за отсутствия в этой части зилаирской свиты органических остатков. В другом регионе, на Северном Кавказе, аналогом этой магнитозоны является зона прямой полярности, зафиксированная в верхней половине картджуртской свиты (интервал верхней части конодонтовой



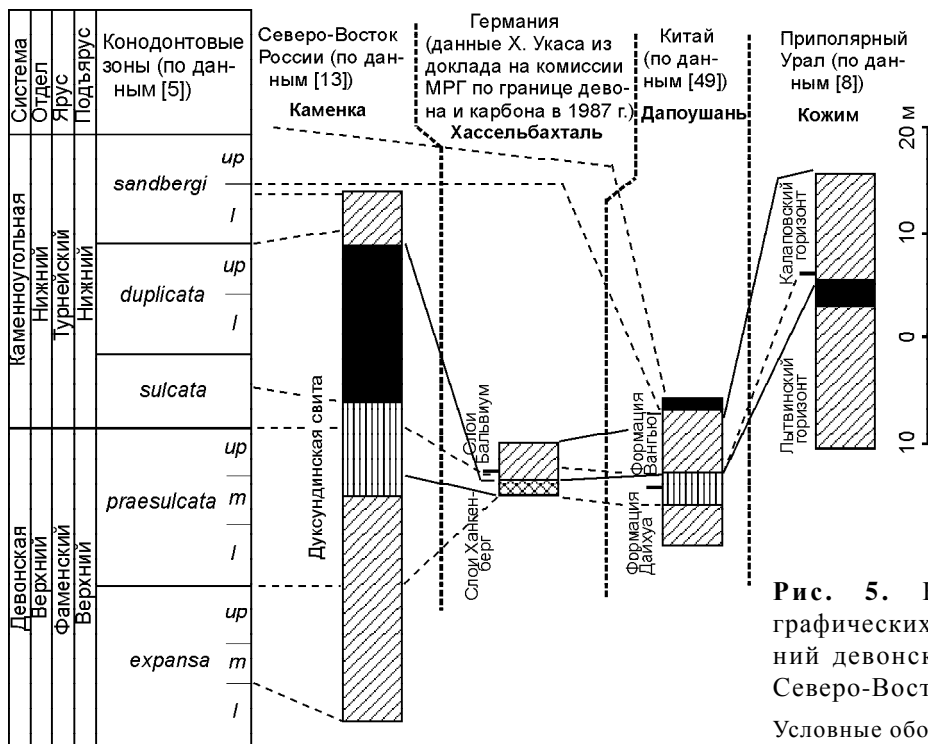
**Рис. 4.** Корреляция магнитостратиграфических разрезов пограничных отложений франского и фаменского ярусов Северо-Востока России, Франко-Бельгийского бассейна, о. Зап. Шпицберген, Северного Кавказа и Южного Урала.

Условные обозначения и сокращения названий свит см. на рис. 2 и в подписях к нему.

зоны *gigas*) [43]. Во Франко-Бельгийском бассейне этой зоне соответствует прямополярная магнитозона, установленная в верхах формации Барво в интервале разреза, который относится к верхней части конодонтовой зоны *gigas* [10]. На острове Зап. Шпицберген с вышеотмеченной зоной сопоставляется зона прямой полярности, зафиксированная в континентальных отложениях (кровля свиты Фискеклефта) [9, 26]. Возраст этой свиты (франский век) установлен на основании находок рыб *Asterolepis scabra* (Woodw) (определения В.Н. Талимаа); в перекрывающей свите, Плантерюгген, обнаружена флора позднедевонского возраста: *Bergeria mimerensis* Hoeg, *Bothrodendron* sp., *Cyclostigma kiltarkense* (Haughton) Nath., *Knorria* sp., *Lepidodendron spitsbergensis* Nath (определения Н.М. Петросян) [22]. Недостаточное палеонтологическое обоснование не позволило ранее геологам установить границу между франским и фаменским ярусами, поэтому она проводилась по литологическим признакам – между свитами Фискеклефта и Плантерюгген. На основании палеомагнитной корреляции этого разреза, который представлен континентальными отложениями, с фаунистически охарактеризованными морскими образованиями других регионов можно говорить, что граница ярусов проходит в нижней части свиты Плантерюгген. Эта граница несколько выше зоны прямой полярности, выделенной в прикровельной части свиты Фискеклефта (рис. 4). Резюмируя вышеизложенное, можно сказать следующее. Рассматриваемая магнитозона прямой полярно-

сти выделена в переходных отложениях франского и фаменского ярусов в четырёх обнажениях на Северо-Востоке России и прослежена во многих других разрезах, расположенных в сотнях и тысячах километров друг от друга. Особо следует отметить, что эти разрезы представлены как морскими, так и континентальными отложениями, причём, в морских разрезах данная магнитозона выделена в конкретном биостратиграфическом интервале (конодонтовые зоны *gigas* и *linquiformis*). Такое комплексное обоснование магнитозоны позволяет рассматривать её как межрегиональный магнитостратиграфический репер для корреляции разрезов, а также для уточнения положения границы франского и фаменского ярусов в породах с недостаточно конкретным палеонтологическим обоснованием.

**Граница девонской и каменноугольной систем.** В пограничных отложениях девона и карбона на Приколымском поднятии (обн. Каменка) установлены магнитозоны прямой и знакопеременной полярности [13]. Аналогичные изменения геомагнитного поля отмечены также в разновозрастных отложениях регионов, весьма удаленных от Северо-Востока Азии, а именно, в Германии, Китае и Приполярном Урале (рис. 5). К.В. Симаковым автору передана рукопись Х. Укаса (Кельнский университет, Германия) доклада (с разрешения данного автора). Этот доклад был сделан в 1987 г. на заседании комиссии Международной рабочей группы по границе девона и карбона. По данным Х. Укаса в разрезе Хассельбахталь



**Рис. 5.** Корреляция магнитостратиграфических разрезов пограничных отложений девонской и каменноугольной систем Северо-Востока России и других регионов. Условные обозначения см. на рис. 2

(Германия) в переходных отложениях девона и карбона на общем фоне обратной полярности отмечен аномальный магнитный интервал, который приурочен к пограничной части флоризон *LN* и *VI* [52] и расположен несколько ниже конодонтовой зоны *sulcata* [44]. На Северо-Востоке России миоспоры, характеризующие пограничные слои флоризон *LN* / *VI* обнаружены немного ниже основания конодонтовой зоны *sulcata* [53]. По мнению К.В. Симакова "...предполагается, что подошва палинозоны *VI* примерно совпадает с нижней границей слоев с молодой фауной *Protognathodus* и основанием зоны *sulcata*" [32, с. 125]. Такой вывод биостратиграфов позволяет считать, что данный аномальный интервал в разрезе Хассельбахталь соответствует магнитозонам прямой и знакопеременной полярности, которые установлены в разрезе Каменка. По данным китайских исследователей [46, 49] в разрезе Дапоушань, примерно в том же стратиграфическом интервале, что и в разрезе Каменка (интервал конодонтовой зоны *praesulcata*), наблюдаются колебания значений *D* и *I*, которые можно сравнить с таковыми, определяющими зону переменной полярности в разрезе Каменка. По материалам Н.Ф. Данукалова в обн. Кожим (Приполярный Урал) в кровле лютвинского горизонта (интервал конодонтовых зон *praesulcata* и *sulcata*) выделяется зона прямой полярности [8]. Магнитозона прямой полярности, установленная в пограничных отложениях девона и карбона в разрезе Каменка (Северо-Восток России) и подтвержденная несколькими независимыми исследователями в других разновозрастных разрезах, далеко отстоящих от северо-восточного региона России, является межрегиональным магнитостратиграфическим репером.

Проведённые магнитостратиграфические исследования позволили впервые для северо-восточного региона России создать сводную магнитостратиграфическую шкалу палеозоя, которая служит инструментом для расчленения и корреляции палеозойских образований на Северо-Востоке России. Эту шкалу предлагается использовать для определения возраста пород в тех разрезах, где палеонтологические характеристики недостаточно информативны для таких процедур. Одним из достоинств шкалы является возможность уточнения и дополнения Общей магнитостратиграфической шкалы полярности (ОМШП), предложенной в настоящее время в качестве варианта сводной магнитостратиграфической шкалы фанерозоя.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье, на основе всего имеющегося фактического материала по стратиграфии и палеомагнетизму

палеозойских образований северо-восточного региона России, изложены результаты многолетних палеомагнитных исследований. Созданы сводные фрагменты магнитостратиграфических разрезов палеозоя для четырёх субрегионов Северо-Востока России (Омулёвское и Приколымское поднятия, Омолонский массив и Олойская зона Алазейско-Олойской складчатой системы). Эти сводные разрезы на основе магнитобиостратиграфических данных сопоставлены между собой, с ОСШ и с ОМШП. В результате построена сводная магнитостратиграфическая шкала палеозоя северо-восточного региона России, которую рекомендуется использовать для расчленения и корреляции палеозойских образований, развитых на данной территории. Магнитозоны прямой полярности, установленные вблизи стратиграфических границ систем (силурийской и девонской, девонской и каменноугольной) и ярусов (франского и фаменского), являются магнитостратиграфическими реперами при проведении региональной и глобальной корреляции магнитостратиграфических разрезов, построенных по разнофациальным толщам различного генезиса. Эти магнитозоны предлагается использовать для уточнения отмеченных стратиграфических границ в разрезах, где отсутствуют органические остатки или они неинформативны. Одним из достоинств предлагаемой шкалы является возможность уточнения и дополнения на её основе Общей магнитостратиграфической шкалы полярности.

Исследования по верхнепалеозойской части сводной магнитостратиграфической шкалы палеозоя Северо-Востока России выполнены при частичной финансовой поддержке РФФИ, гранты 05-05-64407 и "Арктика" 03-05-96012.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Варганов В.Г., Шурыгина М.В., Анцыгин Н.Я. и др. Силур центральной части Уфимского амфитеатра // Советская геология. 1973. № 5. С. 56–71.
2. Гагиев М.Х., Колесов Е.В., Иванов Ю.Ю. Предварительные результаты магнитобиостратиграфических исследований девонских отложений Приколымского поднятия (р. Ясачная) // Методы палеомагнетизма в решении геологических задач (на примере Дальнего Востока). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 5–12.
3. Гагиев М.Х., Родыгин С.А., Тимофеева О.Б. Зональное расчленение и корреляция ниже-среднедевонских отложений Салаира и Северо-Востока СССР по конодонтам: Препр. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1987. 55 с.
4. Гагиев М.Х. Конодонты и стратиграфия среднего палеозоя Северо-Востока России: Дис... докт. геол.–минер. наук. Новосибирск, 1992. 453 с.
5. Гагиев М.Х. Средний палеозой Северо-Востока Азии. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1996. 120 с.

6. Данукалов Н.Ф., Кондручина Л.С., Черников А.П. Палеомагнетизм палеозоя Южного и Среднего Урала. Уфа: БФАН СССР, 1983. 120 с.
7. Данукалов Н.Ф. Магнитостратиграфия верхнего протерозоя и нижнего палеозоя Кара-Елецкой зоны Полярного Урала // Проблемы геологии докембрия и нижнего палеозоя Урала. М.: Геолфонд РСФСР, 1985. С. 87–100.
8. Данукалов Н.Ф. Магнитостратиграфия верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений бассейна р. Кожим (Приполярный Урал) // Магнитные свойства горных пород и минералов. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1991. С. 73–75.
9. Колесов Е.В. Магнитостратиграфия среднепалеозойских пород серии Мимердален на о. Зап. Шпицберген // Палеомагнетизм и проблемы стратиграфической корреляции. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 11–24.
10. Колесов Е.В. Палеомагнетизм верхнедевонских и турнейских отложений Динантского синклинория (Франко-Бельгийский бассейн): Препр. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1991. 40 с.
11. Колесов Е.В. Новые данные по палеомагнетизму девонских отложений Приколымского поднятия (Северо-Восток России) // Палеомагнитные и магнитные исследования горных пород на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. С. 13–24.
12. Колесов Е.В. Палеомагнетизм верхнепалеозойских вулканогенно-осадочных образований Приколымского поднятия (Северо-Восток России) // Палеомагнитные и магнитные исследования горных пород на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. С. 4–12.
13. Колесов Е.В. Палеомагнетизм палеозоя некоторых тектонических структур Северо-Востока России // Астеносфера и литосфера Северо-Востока России (структура, геокинематика, эволюция). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. С. 148–185.
14. Корень Т.Н., Соболевская Р.Ф. Зональное расчленение пограничных ордовикско-силурийских отложений Омулёвских гор по граптолитам // Путеводитель экскурсии в Омулёвские горы. Тур VIII. Магадан: Магаданское книжн. изд-во, 1979. С. 42–43.
15. Кравчинский А.Я. Палеомагнетизм и палеогеографическая эволюция континентов. Новосибирск: СО АН СССР, 1979. 259 с.
16. Ложкина Н.В., Кашик Д.С., Миклухо-Маклай О.А. Петромагнитная и палеомагнитная характеристики опорного разреза перми по руч. Водопадному // Опорный разрез перми Омолонского массива / Отв. ред. Д.С. Кашик. Л.: Наука, 1990. С. 155–165.
17. Минюк П.С., Колесов Е.В., Стоун Д., Иванов Ю.Ю. Предварительные результаты палеомагнитных исследований палеозойских отложений Омулёвского поднятия (Северо-Восток России) // Палеомагнитные и магнитные исследования горных пород на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. С. 31–40.
18. Молостовский Э.А., Певзнер М.А., Печерский Д.М. и др. Магнитостратиграфическая шкала фанерозоя и режим инверсий геомагнитного поля // Геомагнитные исследования. 1976. № 17. С. 45–52.
19. Молостовский Э.А. Стратиграфические аспекты палеомагнетизма // БМОИП. Отдел геол., 1985. Т. 60, вып. 5. С. 118–131.
20. Молостовский Э.А. Некоторые аспекты магнитостратиграфической корреляции // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1996. Т. 4, № 3. С. 23–29.
21. Москаленко Т.А. Зональное распределение конодонтов в среднем и верхнем ордовике Сибирской платформы // Геология и геофизика. 1994. № 4. С. 36–43.
22. Мурашов Л.Г., Мокин Ю.И. Стратиграфическое расчленение девонских отложений острова Шпицберген // Геология Свальбарда. Л.: Изд-во НИИГА, 1976. С. 78–91.
23. Палеомагнетизм палеозоя / А.Н. Храмов, Г.И. Гончаров, Р.А. Комиссарова и др. Л.: Недра, 1974. 236 с.
24. Палеомагнитология / Ред. А.Н. Храмов. Л.: Недра, 1982. 312 с.
25. Печерский Д.М. Палеомагнетизм и палеомагнитная корреляция мезозойских отложений Северо-Востока СССР // Палеомагнитная и биостратиграфическая характеристики опорных разрезов мезозоя и кайнозоя Севера Дальнего Востока. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1970. С. 58–99. (Тр. СВКНИИ, вып. 37).
26. Погарская И.А., Гуревич Е.Л. Палеомагнетизм девонских пород Шпицбергена // Палеомагнетизм и аккреционная тектоника. Л.: ВНИГРИ, 1988. С. 6–18.
27. Путеводитель экскурсии в Омулёвские горы. Тур VIII. XIV ТНК, Хабаровск, 1979. Магадан: Кн. изд-во, 1979. 103 с.
28. Родионов В.П., Сидорова Э.П. Палеомагнитное изучение разрезов верхнего кембрия, ордовика и нижнего силура юга Сибирской платформы // Палеомагнитные стратиграфические исследования. Л.: ВНИГРИ, 1963. С. 50–68.
29. Родионов В.П., Осипова Э.П. Региональная палеомагнитная шкала нижнего палеозоя Сибирской платформы // Стратиграфия позднего докембрия и раннего палеозоя Сибирской платформы. Л.: ВНИГРИ, 1985. С. 65–76.
30. Сводный путеводитель экскурсий 067, 069, 075 // 27-й МК. Северо-Восток СССР. М.: Наука, 1984. 159 с.
31. Симаков К.В., Шевченко В.М. Кедонская серия: объем, состав, время и условия формирования // Основные проблемы биостратиграфии и палеогеографии Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1974. С. 189–233.
32. Симаков К.В. Критерии и методы определения границы девона и карбона. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1984. 160 с.
33. Стратиграфический кодекс СССР. Второе издание. Проект. Л.: ВСЕГЕИ, 1988. 56 с.
34. Стратиграфия ордовика Сибирской платформы / Отв. ред. Б.С. Соколов, Ю.И. Тесаков. Новосибирск: Наука, 1975. 254 с.
35. Тесаков Ю.И. Верхний ордовик и силур Сибирской платформы // Стратиграфия палеозоя Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1967. С. 53–67.
36. Тесаков Ю.И., Предтеченский Н.Н., Лопушинская Т.В. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Силур Сибирской платформы. Новосибирск: Изд-во СО РАН (филиал "ГЕО"), 2000. 403 с.
37. Ушаков С.А., Ясаманов Н.А. Дрейф материков и климаты Земли. М.: Мысль, 1984. 206 с.
38. Храмов А.Н., Шолпо Л.Е. Палеомагнетизм. Принципы, методы и геологические приложения палеомагнитологии. Л.: Недра, 1967. 252 с.

39. Храмов А.Н., Печерский Д.М., Молостовский Э.А. и др. Палеомагнитная шкала палеозоя и мезозоя СССР // Магнитостратиграфия и геодинамика. М.: Радио и связь, 1981. С. 38–51.
40. Храмов А.Н. Палеомагнетизм и проблемы аккреционной тектоники северо-западного сегмента Тихоокеанского подвижного пояса // Палеомагнетизм и аккреционная тектоника. Л.: ВНИГРИ, 1988. С. 141–153.
41. Храмов А.Н., Шкатова В.К. Общая магнитостратиграфическая шкала полярности фанерозоя. Приложение 9 // Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. С. 24–45.
42. Черников А.П. Палеомагнитный разрез раннего и среднего палеозоя Южного Тянь-Шаня // Тезисы докладов на III Всесоюзном съезде по геомагнетизму. Киев, 1986. С. 210–211.
43. Шевлягин Е.В., Портнова Г.В., Аминова Г.Х. Корреляция палеомагнитного и биостратиграфического разрезов девона Северного Кавказа // Магнитные свойства горных пород и минералов. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1991. С. 69–73.
44. Groos-Uffenorde H., Uffenorde H. Zur Mikrofauna im hohsten Oberdevon und tiefen Unterkarbon im nordlich Sauerland (Conodonta, Ostracoda, Rheinische Schiefergebirge). Wiesbaden: Notizbl. Hess. Landesamt. Bodenforsch. 1974. Bd. 102. S. 58–87.
45. Harland W.B., Armstrong R.L., Cox A.V. et al. A geologic time scale 1989. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 1990. 263 p.
46. Ji Q., Wei J., Wang Z. et al. The Dapoushang section –an excellent section for the Devonian-Carboniferous boundary stratotype in China. Science Press, Beijing. 1989. 15 p.
47. Kirshvink J.L. The last-square line and plane and the analysis of paleomagnetic data // Geophys. J. R. Astron. Soc. 1980. V. 62. P. 699–718.
48. Kolesov Ye.V., Stone D. Paleomagnetic paleolatitudes for Upper Devonian rocks of the Omolon massif, northeast Russia // Tectonic Evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea-Arctic Margin and Adjacent Landmasses / Miller E.L., Grautz A., Klemperer S.L., Eds.: Boulder, Colorado. Geol. Soc. Am. Sp. Pap. 360, 2002. P. 243–257.
49. Liu H., Bai Zh., Wang H., Yaskawa K. Search for the geomagnetic reversal near the Devonian-Carboniferous boundary // J. Geomagn. and Geoelec. 1991. V. 43, N. 9. P. 755–764.
50. McElhinny M.W., McFadden P.L. Palaeomagnetism: Continents and Oceans. Academic Press. // Int. Geophys. Ser. 1999. V. 73. 386 p.
51. Opdyke N.D., Channell J.E.T. Magnetic stratigraphy. Academic Press. // Int. Geophys. Ser. 1996. V. 64. 346 p.
52. Paproth E., Streel M. Guidebook Devonian-Carboniferous transitional beds of the northern "Rheinsches Schiefergebirge". Liege. 1982. 63 p.
53. Simakov K.V., Bless M.J.M., Bouchaert J. et al. Upper Famennian and Tournaisian deposits of the Omolon region (NE-USSR) // Ann. Soc. geol. Belgique. 1983. V. 106. P. 335–399.

Поступила в редакцию 21 июня 2005 г.

Рекомендована к печати Н.А. Горячевым

*Ye. V. Kolesov*

### Summary magnetostratigraphic scale of the Paleozoic in northeastern Russia

This paper summarizes for the first time the results of paleomagnetic investigations of many years (1976-2000) of Paleozoic assemblages which are widely developed in northeastern Russia. Most of the studied sections are rich in the remains of various organisms (coral, foraminifera, ostracod, brachiopod, trilobite, graptolite, and conodontoforide). Some of these sections are regional stratotypes and parastratotypes of the boundaries of systems, sections, stages, and also of the suites distinguished there. More than 100 exposures located in the four subregions of the north-eastern part (Omulyovka and Prikolyima uplifts, Oloi zone of the Alazeya-Oloi eugeosyncline system, and the north-eastern margin of the Omolon massif) have been studied. They occupy the age interval from Ordovician up to Permian inclusive. After a thorough laboratory study, only 33 outcrops proved suitable for magnetostratigraphic constructions. On their basis, summary magnetetostratigraphic sections were constructed for each of the above mentioned subregions. Then, based on biomagnetostratigraphic evidence, these sections were compared with each other, which resulted in the summary magnetostratigraphic scale of the Paleozoic of northeastern Russia. This scale is compared with the General stratigraphic scale (GSS), General magnetostratigraphic scale of polarity (GSSP), and the scale of isotopic age. Based on this scale, one can make division and correlation of Paleozoic assemblages in northeastern Russia, and also conduct similar procedures with coeval deposits from other regions of Russia and elsewhere in the world. This scale is also suggested to be used for age determination of rocks in the sections where paleontological characteristics are not sufficiently informative for these experiments. One of the pluses of this scale is a possibility to specify and add the General magnetostratigraphic scale of polarity (MSSP).

**Key words:** Paleozoic, magnetostratigraphy, magnetic zones, General magnetostratigraphic scale, General magnetostratigraphic scale of polarity, northeastern Russia.